

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
6. Juli 2006 (06.07.2006)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2006/069848 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F02D 41/20 (2006.01)

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/056033

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(22) Internationales Anmeldedatum:
17. November 2005 (17.11.2005)

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

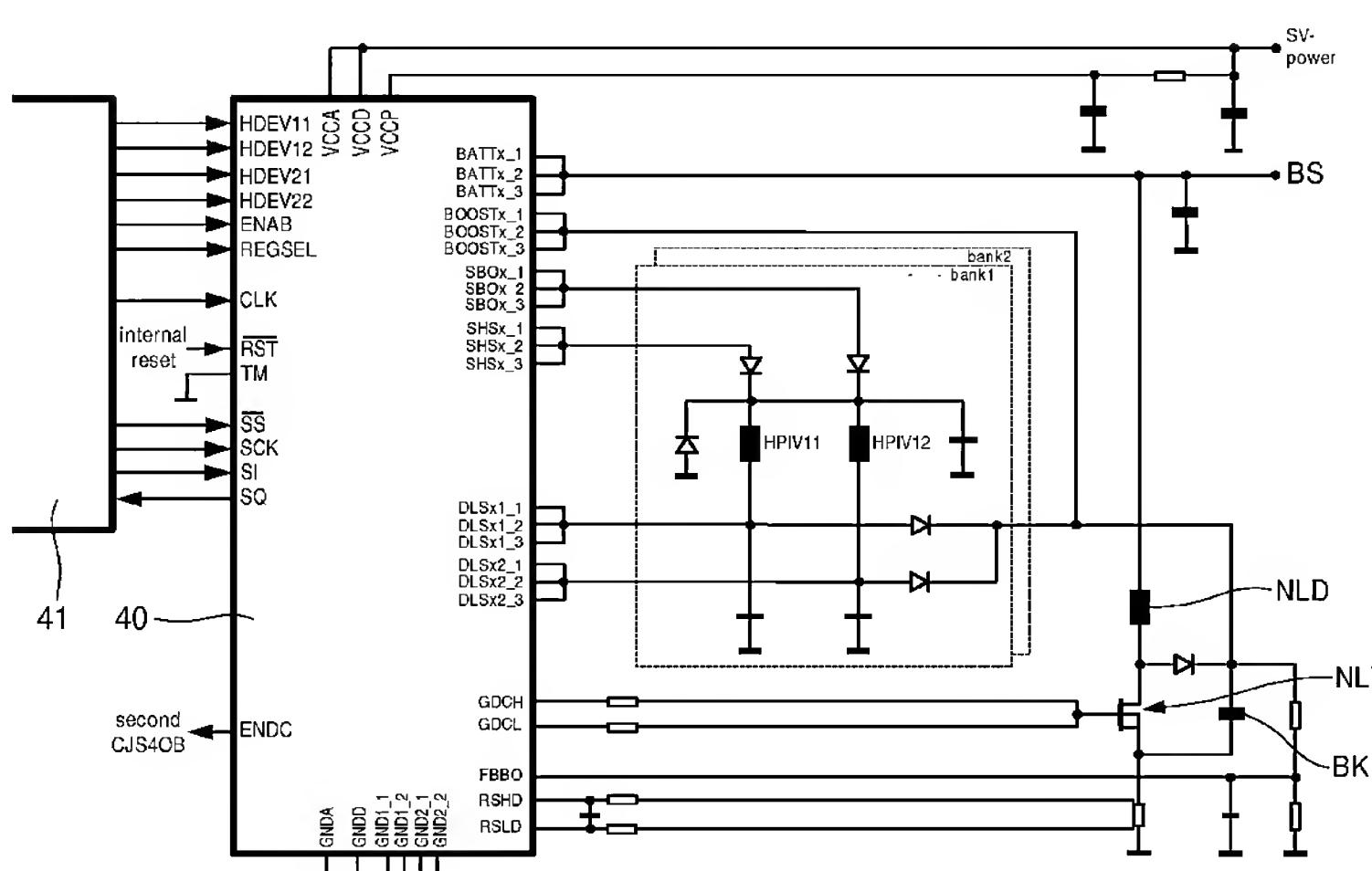
(25) Einreichungssprache: Deutsch
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
(30) Angaben zur Priorität:
10 2004 063 079.8
28. Dezember 2004 (28.12.2004) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **KEMMER, Helerson** [DE/DE]; Budapest Str. 37, 70839 Gerlingen (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **ROBERT BOSCH GMBH**; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).



(54) Title: METHOD FOR OPERATION OF AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM BETRIEB EINER BRENNKRAFTMASCHINE

(57) Abstract: The invention relates to a method for operation of an internal combustion engine, comprising an injection valve (18), which is opened and closed electrically, whereby a booster capacitor (BK) is used to increase the current flow on opening the injection valve (18). A secure injection can be guaranteed in extreme conditions of a recommencement of injection after an overrun condition and a start process after a switch-off phase with pressure increase in the high pressure fuel system due to heating of the fuel with a booster capacitor embodied for normal operation, whereby the current profile of the booster capacitor is switched to a higher value or increased duration in certain operating conditions of the internal combustion engine and, on termination of the certain operating condition, the standard value and standard duration are reset.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2006/069848 A1



Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine mit einem Einspritzventil (18), das elektrisch geöffnet und geschlossen wird, wobei ein Boosterkondensator (BK) der Erhöhung der Stromstärke bei Öffnen des Einspritzventiles (18) dient. Eine sichere Einspritzung wird auch in den Extrempfällen Wiedereinsetzen der Einspritzungen nach einem Schubbetrieb sowie Startvorgang nach einer Abstellphase mit Druckerhöhung im Kraftstoffhochdrucksystem auf Grund der Aufheizung des Kraftstoffs bei für den Normalbetrieb ausgelegten Boosterkondensatoren gewährleistet, indem das Stromprofil des Boosterstroms in bestimmten Betriebszuständen der Brennkraftmaschine von einem Standardwert auf einen erhöhten Wert und/oder auf eine längere Dauer umgeschaltet und mit Beendigung des bestimmten Betriebszustandes auf den Standardwert sowie die Standarddauer zurückgesetzt wird.

5

Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine

Stand der Technik

10 Die vorliegende Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine sowie ein Verfahren zu deren Betrieb.

15 Für das Öffnen eines innen öffnenden Hochdruckeinspritzmag-
netventils bei Benzin-Direkteinspritzung ist auf Grund des
hohen Systemdrucks eine Boosterphase notwendig, in der der
durch das Hochdruckeinspritzventil fließende Strom bis auf
Werte wie z.B. 12 A ansteigt. Der hohe Strom wird durch das
Zuschalten des Hochdruckeinspritzventils auf einen Booster-
kondensator erzeugt, welcher Energie unter einer Spannung
von z.B. 65 V speichert und sie dem Hochdruckeinspritzventil
20 während der Boosterphase liefert. Die in der Boosterphase
entnommene Energie wird durch einen Nachladeschaltkreis bis
zur nächsten Boosterphase dem Boosterkondensator wieder
nachgeliefert. Die Größe dieses Nachladeschaltkreises sowie
des Boosterkondensators hängt u.a. von der vom Hochdruckein-
spritzventil benötigten Boosterenergie ab, welche wiederum
25 von dem für das Öffnen des Hochdruckeinspritzventils benötigten
Boosterstrom abhängt. Die Höhe des Boosterstroms wird
hauptsächlich durch den maximalen Systemdruck, gegen den das
Hochdruckeinspritzventil öffnen muss, und den statischen
Durchfluss bestimmt.

30

Probleme des Standes der Technik

35 Der höchste Systemdruck im Normalbetrieb bei Benzin-
Direkteinspritzung wird durch das Öffnen eines Druckbegren-

zungsventils bestimmt. Der Öffnungsdruck des Druckbegrenzungsventils wird in zwei Fällen des Normalbetriebs erreicht. Den ersten Fall stellt der Heißstart dar, d.h. ein Startvorgang nach einer Abstellphase mit Druckerhöhung im Kraftstoffhochdrucksystem auf Grund der Aufheizung des Kraftstoffs. Die Aufheizung des Kraftstoffs im Kraftstoffsystem erfolgt durch die Wärmeübertragung eines vorher in Vollast gefahrenen und deshalb stark aufgeheizten Motors. Den zweiten Fall stellt das Wiedereinsetzen der Einspritzungen nach einem Schubbetrieb dar. Im Schubbetrieb wird das Einspritzen des Kraftstoffs eingestellt, und eine Druckerhöhung im Kraftstoffhochdrucksystem findet wegen dem oben genannten Grund statt. In beiden Fällen wird der Druck im Kraftstoffhochdrucksystem nach einigen Einspritzungen bis auf normales, geringeres Druckniveau abgesenkt. Der Booststrom wird aber nach dem maximal erreichbaren Druck ausgelegt, nämlich nach dem Öffnungsdruck des Druckbegrenzungsventils. Der Nachladekreis und der Nachladekondensator sind für den Normalbetrieb dann überdimensioniert.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, den ein Verfahren anzugeben, das eine sichere Einspritzung auch in den Extrempfällen Wiedereinsetzen der Einspritzungen nach einem Schubbetrieb sowie Startvorgang nach einer Abstellphase mit Druckerhöhung im Kraftstoffhochdrucksystem auf Grund der Aufheizung des Kraftstoffs bei für den Normalbetrieb ausgelagerten Boosterkondensatoren gewährleistet.

Vorteile der Erfindung

Dieses Problem wird gelöst durch ein Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine mit einem Einspritzventil, das elektrisch geöffnet und geschlossen wird, wobei ein Boosterkondensator der Erhöhung der Stromstärke bei Öffnen des Einspritzventiles dient, wobei das Stromprofil des Boos-

terstroms in bestimmten Betriebszuständen der Brennkraftmaschine von einem Standardwert auf einen erhöten Wert und/oder auf eine längere Dauer umgeschaltet und mit Beendigung des bestimmten Betriebszustandes auf den Standardwert sowie die Standarddauer zurückgesetzt wird. Das Stromprofil des Boosterstroms wird vorzugsweise während eines Startvorganges der Brennkraftmaschine und/oder beim Wiedereinsetzen der Einspritzung nach einem Schubbetrieb von dem Standardwert auf den erhöten Wert und/oder von der Standarddauer der Boosterphase auf die verlängerte Boosterphase umgeschaltet und mit Beendigung des Startvorganges und nach einigen Einspritzungen beim Wiedereinsetzen nach einem Schubbetrieb auf den Standardwert bzw. auf die Standarddauer der Boosterphase zurückgesetzt. Das Stromprofil des Boosterstroms wird vorzugsweise durch Mehrfachboosterung, d.h. ein wiederholtes Einschalten des Boosterstromes für jeweils eine kurze Zeitdauer, auf eine insgesamt längere Dauer umgeschaltet.

Der Öffnungsdruck der Hochdruckeinspritzventile wird durch die Änderung des Boosterstroms für die zwei oben erwähnten Fälle erhöht. Die Änderung des Boosterstroms muss bei Absenkung des Kraftstoffdruckes schnell wieder rückgängig gemacht werden, um eine tiefe Entladung des Boosterkondensators zu vermeiden. Durch die wenigen Einspritzungen mit geändertem Boosterstrom ist die Entladung des Boosterkondensators minimal, so dass weitere Einspritzungen sichergestellt werden. Ein weiterer Vorteil ist, dass der Nachladeschaltkreis und der Boosterkondensator für den Normalbetrieb dimensioniert werden können. Ihre Überdimensionierung für den Heißstart und Wiedereinsetzen nach Schubabschalten ist nicht notwendig. Ferner kann die Öffnungskraft des Hochdruckeinspritzventils erhöht werden (durch z.B. die Erhöhung des statischen Durchflusses des Ventils), ohne die Hardware ändern zu müssen. Mit einem größeren statischen Durchfluss kann z.B.

5

eine aufgeladene Variante einer Motorbaureihe bedient werden und/oder die Verlustleistung im Steuergerät, z.B. durch Verkleinerung des Einspritzfensters, reduziert werden. Mit größerem statischen Durchfluss wird auch das Verhalten des Starts bei Tieftemperaturen verbessert.

10

Das Stromprofil wird beim Start generell geändert, so dass das Öffnen der Hochdruckeinspritzventile bis zum Öffnungsdruck des Druckbegrenzungsventils sichergestellt ist. Am Ende des Startvorgangs wird das Stromprofil für den Normalbetrieb wieder aktiviert. Der Nachladeschaltkreis kann den Boosterkondensator auf Grund der geringen Drehzahl im Startvorgang auch mit erhöhtem Boosterenergiebedarf des geänderten Stromprofils ausreichend nachladen. Überschreitet der Systemdruck eine bestimmte Druckschwelle im Schubbetrieb, wird das Stromprofil für die darauf folgende Wiedereinsetzphase geändert. Die ersten Einspritzungen der Wiedereinsetzphase werden dann einen erhöhten Boosterenergiebedarf beanspruchen.

15

Die Umschaltung zwischen Standardwert und erhöhtem Wert erfolgt vorzugsweise innerhalb eines Einspritzzyklus.

20

25

30

Das Stromprofil des Boosterstroms wird von dem erhöhten Wert auf den Standardwert oder von der verlängerten Dauer auf die Standarddauer vorzugsweise umgeschaltet wenn der Raildruck eine Schwelle unterschreitet. Alternativ oder zusätzlich kann vorgesehen sein, dass das Stromprofil des Boosterstroms von dem erhöhten Wert auf den Standardwert oder von der verlängerten Dauer auf die Standarddauer umgeschaltet wird wenn die Anzahl der Einspritzungen mit dem erhöhten Wert des Boosterstroms einen Maximalwert überschreitet.

5

Alternativ oder zusätzlich kann des Weiteren vorgesehen sein, dass das Stromprofil des Boosterstroms von dem erhöhten Wert auf den Standardwert oder von der verlängerten Dauer auf die Standarddauer umgeschaltet wird, sobald die Spannung des Boosterkondensators eine untere Schwelle unterschreitet.

10 Sobald der Systemdruck die Druckschwelle also wieder unterschreitet oder die Anzahl von abgesetzten Einspritzungen mit geändertem Stromprofil eine bestimmte Schwelle überschreitet, wird das Stromprofil auf originalles, geringeres Niveau rasch zurückgesetzt. Somit wird es verhindert, dass der Boosterkondensator tief entladen wird, was zu Einspritzaussetzungen führen könnte.

15

Das Eingangs genannte Problem wird auch gelöst durch eine Brennkraftmaschine mit einem Einspritzventil, das elektrisch geöffnet und geschlossen werden kann, wobei ein zuschaltbarer Boosterkondensator der Erhöhung der Stromstärke bei Öffnen des Einspritzventiles dient, dadurch gekennzeichnet, dass das Stromprofil des Boosterstroms von einem Standardwert auf einen erhöhten Wert und/oder auf eine längere Dauer umschaltbar ist. Der Boosterkondensator wird dabei vorzugsweise von einem Nachladekreis geladen.

20

Zeichnungen

30 Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung anhand der beiliegenden Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigen:

35

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Zylinders einer Brennkraftmaschine mit Kraftstoffversorgungssystem;

Fig. 2 eine Schaltskizze mit Steuergerät und Einspritzdüsen.

5 Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Zylinders einer Brennkraftmaschine mit zugehörigen Komponenten des Kraftstoffversorgungssystems. Dargestellt ist eine Brennkraftmaschine mit Direkteinspritzung (Benzindirekteinspritzung BDE) mit einem Kraftstofftank 11, an dem eine Elektrokraftstoffpumpe (EKP) 12, ein Kraftstofffilter 13 und ein Niederdruckregler 14 angeordnet sind. Vom Kraftstofftank 11 führt eine Kraftstoffleitung 15 zu einer Hochdruckpumpe 16. An die Hochdruckpumpe 16 schließt sich ein Speicherraum 17 an. Am Speicherraum 17 sind Einspritzventile 18 angeordnet, die vorzugsweise direkt Brennräumen 26 der Brennkraftmaschine zugeordnet sind. Bei Brennkraftmaschinen mit Direkteinspritzung ist jedem Brennraum 26 wenigstens ein Einspritzventil 18 zugeordnet, es können hier aber auch mehrere Einspritzventile 18 für jeden Brennraum 26 vorgesehen sein. Der Kraftstoff wird durch die Elektrokraftstoffpumpe 12 aus dem Kraftstofftank 11 über den Kraftstofffilter 13 und die Kraftstoffleitung 15 zur Hochdruckpumpe 16 gefördert. Der Kraftstofffilter 13 hat die Aufgabe, Fremdpartikel aus dem Kraftstoff zu entfernen. Mit Hilfe des Niederdruckreglers 14 wird der Kraftstoffdruck in einem Niederdruckbereich 10 des Kraftstoffversorgungssystems auf einen vorbestimmten Wert, der meist in der Größenordnung von etwa 4 bis 5 bar liegt, geregelt. Die Hochdruckpumpe 16, die vorzugsweise direkt von der Brennkraftmaschine angetrieben wird, verdichtet den Kraftstoff und fördert ihn den Speicherraum 17. Der Kraftstoffdruck erreicht hierbei Werte von bis zu etwa 150 bar. In Fig. 1 ist 15 beispielhaft ein Brennraum 26 einer Brennkraftmaschine mit Direkteinspritzung dargestellt, im Allgemeinen weist die Brennkraftmaschine mehrere Zylinder mit je einem Brennraum 26 auf. An dem Brennraum 26 ist wenigstens ein Einspritzventil 18, we- 20 25 30

nigstens eine Zündkerze 24, wenigstens ein Einlassventil 27, wenigstens ein Auslassventil 28 angeordnet. Der Brennraum wird von einem Kolben 29, der in dem Zylinder auf- und abgleiten kann, begrenzt. Über das Einlassventil 27 wird Frischluft aus einem Ansaugtrakt 36 in den Brennraum 26 angesaugt. Mit Hilfe des Einspritzventils 18 wird der Kraftstoff direkt in den Brennraum 26 der Brennkraftmaschine gespritzt. Mit der Zündkerze 24 wird das Kraftstoff-Luft-Gemisch entzündet. Durch die Ausdehnung des entzündeten Kraftstoff-Luft-Gemisches wird der Kolben 29 angetrieben. Die Bewegung des Kolbens 29 wird über eine Pleuelstange 37 auf eine Kurbelwelle 35 übertragen. An der Kurbelwelle 35 ist eine Segmentscheibe 34 angeordnet, die von einem Drehzahlsensor 30 abgetastet wird. Der Drehzahlsensor 30 erzeugt ein Signal, das die Drehbewegung der Kurbelwelle 35 charakterisiert.

Die bei der Verbrennung entstehenden Abgase gelangen über das Auslassventil 28 aus dem Brennraum 26 zu einem Abgasrohr 33, in dem ein Temperatursensor 31 und eine Lambdasonde 32 angeordnet sind. Mit Hilfe des Temperatursensors 31 wird die Temperatur und mit Hilfe der Lambdasonde 32 der Sauerstoffgehalt der Abgase erfasst.

Ein Drucksensor 21 und ein Drucksteuerventil 19 sind am Speicherraum 17 angeschlossen. Das Drucksteuerventil 19 ist ein-gangsseitig mit dem Speicherraum 17 verbunden. Ausgangsseitig führt eine Rückflussleitung 20 zur Kraftstoffleitung 15. In dem Ansaugtrakt 36 ist eine Drosselklappe 38 angeordnet, deren Drehstellung über eine Signalleitung 39 und einen zugehörigen, hier nicht dargestellten elektrischen Aktuator durch das Steuengerät 25 einstellbar ist.

Anstatt einem Drucksteuerventil 19 kann auch ein Mengensteuerventil in dem Kraftstoffversorgungssystem 10 zur Anwendung kom-

men. Mit Hilfe des Drucksensors 21 wird der Istwert des Kraftstoffdrucks im Speicherraum 17 erfasst und einem Steuergerät 25 zugeführt. Durch das Steuergerät 25 wird auf der Basis des erfassten Istwertes des Kraftstoffdrucks ein Ansteuersignal gebildet, mit dem das Drucksteuerventil angesteuert wird. Die elektrische Ansteuerung der Einspritzventile 18 ist in Fig. 1 nicht dargestellt, diese ergibt sich aus Fig. 2. Über Steuerungssignalleitungen 22 sind die verschiedenen Aktuatoren und Sensoren mit dem Steuergerät 25 verbunden. Im Steuergerät 25 sind verschiedene Funktionen, die zur Steuerung der Brennkraftmaschinen dienen, implementiert. In modernen Steuergeräten werden diese Funktionen auf einem Rechner programmiert und anschließend in einem Speicher des Steuergerätes 25 abgelegt. Die im Speicher abgelegten Funktionen werden in Abhängigkeit der Anforderungen an die Brennkraftmaschine aktiviert, hierbei werden insbesondere strenge Anforderungen an die Echtzeitfähigkeit des Steuergerätes 25 gestellt. Prinzipiell ist eine reine Hardwarerealisierung der Steuerung der Brennkraftmaschine alternativ zu einer Softwarerealisierung möglich.

20

In Fig. 2 ist die Beschaltung der Einspritzventile, diese sind hier als HPIV 11 sowie HPIV 12 bezeichnet, mit dem Steuergerät 25 dargestellt. Der Einfachheit halber sind in der nachfolgenden Darstellung die Indizes der jeweils dreifach vorhandenen Ausgänge BATTX, BOOSTX, SPOX, SHSX, DLSX1 sowie DLSX2 unterdrückt. Die Skizze zeigt beispielhaft einen Vierzylindermotor mit zwei Bänken, hier als Bank 1 und als Bank 2 bezeichnet, wobei nur Bank 1 näher dargestellt ist. Das Steuergerät 25 umfasst hier eine Endstufe 40 zur Ansteuerung der Einspritzventile HPIV 11 und HPIV 12 sowie einen Mikrocontroller 41 zur Steuerung der Funktionen des Steuergerätes 25. Die Ansteuerung der Einspritzventile HPIV 11 sowie HPIV 12 erfolgt dergestalt, dass die Endstufe 40 die Signale BOOSTx_1 bis BOOSTx_3 zu SBOx_1 bis SBOx_3 in der

Boosterphase zuschaltet, und DLSX1_1 bis DLSX1_3 für die Ansteuerung von HPIV11 zur Masse zuschaltet. Dadurch fließt ein hoher Strom durch HPIV11. Der notwendige Boosterstrom wird über die Eingänge BOOSTX_1 usw. einem Boosterkondensator BK entnommen. Der Boosterkondensator BK wird dabei bei jedem Öffnungsvorgang eines der Einspritzventile entladen und in der Zwischenzeit über eine Nachladedrossel NLD, der an eine Batteriespannungsversorgung BS angeschlossen ist, nachgeladen. Ein Nachladetransistor NLT dient der Steuerung des Nachladevorgangs. In bestimmten Betriebssituationen, zum Beispiel beim Start der Brennkraftmaschine oder zur Beendigung des Schubbetriebes, ist ein höherer Strom zur Öffnung des jeweiligen Einspritzventils in der Boosterphase notwendig. Der wird erreicht durch eine Verlängerung der Boosterphase, sei es durch eine Erhöhung des zu erreichenden Boosterstromniveaus oder durch eine Mehrfachboosterung, d.h. die Zuschaltung zwischen BOOSTX_1 bis BOOSTX_3 und SBOX_1 bis SBOX_3 wird ein paar mal zu- und abgeschaltet.

Nach der Boosterphase schaltet die Endstufe 40 die Signale BATTX_1 bis BATTX_3 zu SHSX_1 bis SHSX_3 zu, und DLSX1_1 bis DLSX1_3 für die Ansteuerung von HPIV11 zur Masse. Somit fließt ein geringerer Strom in der Haltephase durch HPIV11. Der Ausgang SHSX liefert dabei eine Grundspannung zum Öffnen des Ventils.

Das Boosterstromniveau lässt sich durch den Mikrocontroller 31 schrittweise einstellen, beispielsweise zwischen 8,5 und 12 Ampere in 0,5 Ampereschritten. Wird das Boosterstromniveau so hoch eingestellt, dass die Boosterspannung im Boosterkondensator BK auf Dauer durch Nachladen nicht aufrechterhalten werden kann, wird der Boosterkondensator innerhalb einiger Einspritzzyklen vollständig entladen. Um eine Entladung des Boosterkondensators BK zu vermeiden wird der Betrieb mit längerer Boosterphase auf einige Einspritzungen

begrenzt. Dazu kann die Spannung des Boosterkondensators BK herangezogen werden, bei Erreichen einer unteren Grenze wird wieder auf Normalbetrieb umgeschaltet. Die Umschaltung auf Normalbetrieb kann auch durch Unterschreiten einer Druckschwelle erfolgen. Alternativ kann nach einer bestimmten Anzahl von Einspritzungen, wobei die Anzahl vom Betriebszustand der Brennkraftmaschine, z.B. Drehzahl, Last und der gleichen abhängig sein kann, auf Normalbetrieb umgeschaltet werden.

5

10

Ansprüche

1. Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine mit einem Einspritzventil (18), das elektrisch geöffnet und geschlossen wird, wobei ein Boosterkondensator (BK) der Erhöhung der Stromstärke bei Öffnen des Einspritzventiles (18) dient, dadurch gekennzeichnet, dass das Stromprofil des Boosterstroms in bestimmten Betriebszuständen der Brennkraftmaschine von einem Standardwert auf einen erhöhten Wert und/oder auf eine längere Dauer umgeschaltet und mit Beendigung des bestimmten Betriebszustandes auf den Standardwert sowie die Standarddauer zurückgesetzt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Stromprofil des Boosterstroms während eines Startvorganges der Brennkraftmaschine von dem Standardwert auf den erhöhten Wert und/oder auf eine längere Dauer umgeschaltet und mit Übergang in den Normalbetrieb auf den Standardwert zurückgesetzt wird.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Stromprofil des Boosterstroms bei Beendigung eines Schubbetriebes von dem Standardwert auf den erhöhten Wert und/oder auf eine längere Dauer umgeschaltet und mit Übergang in den Normalbetrieb auf den Standardwert zurückgesetzt wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Stromprofil des Boosterstroms durch Mehrfachboosterung auf eine längere Dauer umgeschaltet wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Umschaltung zwischen Stan-

dardwert und erhöhtem Wert innerhalb eines Einspritzzyklus geschieht.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Stromprofil des Boosterstroms von dem erhöhten Wert oder von der längeren Dauer auf den Standardwert und die Standarddauer umgeschaltet wird wenn der Raildruck eine untere Schwelle unterschreitet.

10

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Stromprofil des Boosterstroms von dem erhöhten Wert oder von der längeren Dauer auf den Standardwert und die Standarddauer umgeschaltet wird wenn die Anzahl der Einspritzungen mit dem erhöhten Wert des Boosterstroms einen Maximalwert überschreitet

15

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Stromprofil des Boosterstroms von dem erhöhten Wert oder von der längeren Dauer auf den Standardwert und -Dauer umgeschaltet wird, sobald die Spannung des Boosterkondensators (BK) eine untere Schwelle unterschreitet.

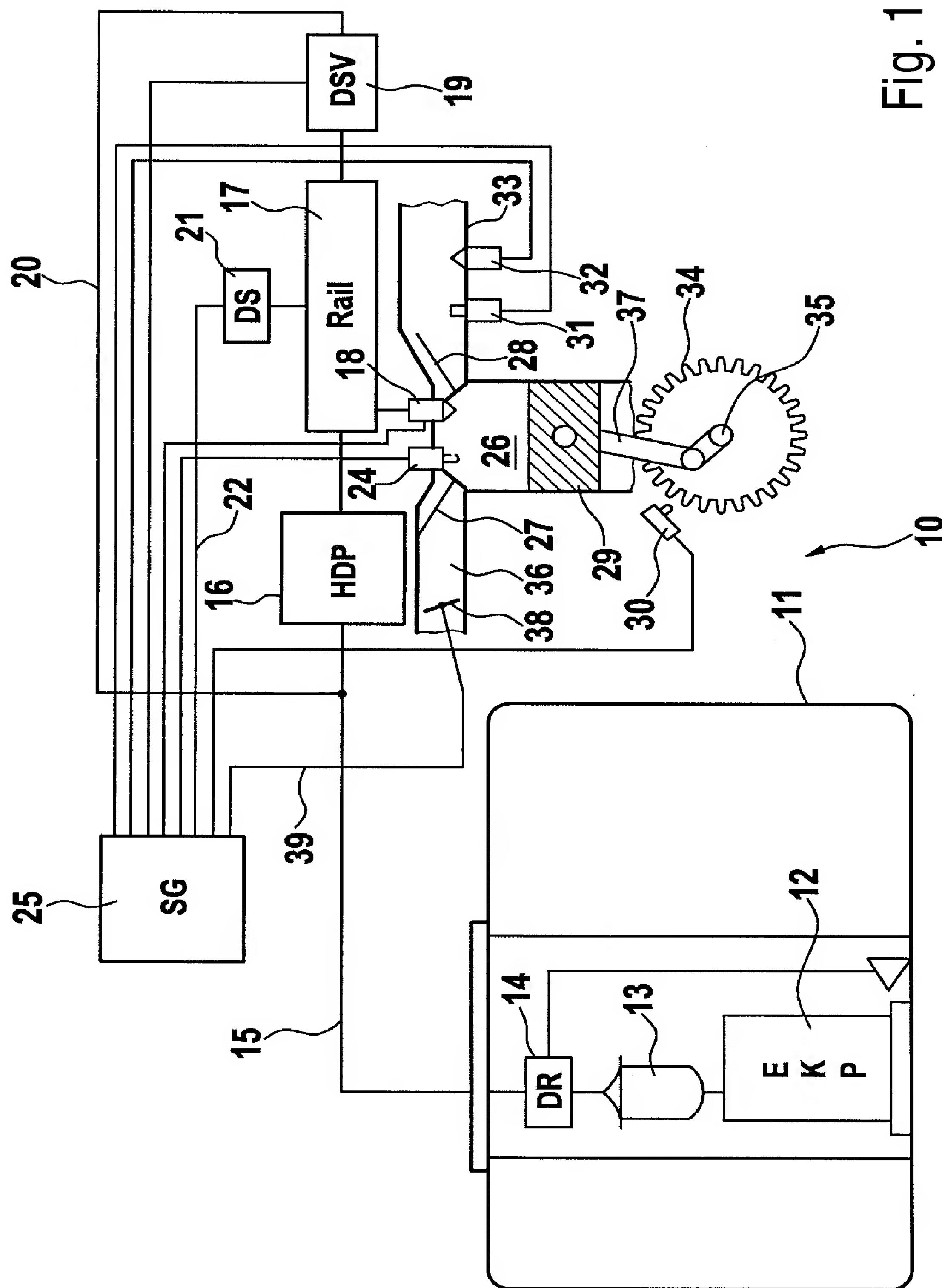
20

25 9. Brennkraftmaschine mit einem Einspritzventil (18), das elektrisch geöffnet und geschlossen werden kann, wobei ein zuschaltbarer Boosterkondensator (BK) der Erhöhung der Stromstärke bei Öffnen des Einspritzventiles (18) dient, dadurch gekennzeichnet, dass das Stromprofil des Boosterstroms von einem Standardwert auf einen erhöhten Wert und/oder auf eine längere Dauer umschaltbar ist.

30

10. Brennkraftmaschine nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass der Boosterkondensator (BK) von einem Nachladekreis (NLK) geladen wird.

1 / 2



2 / 2

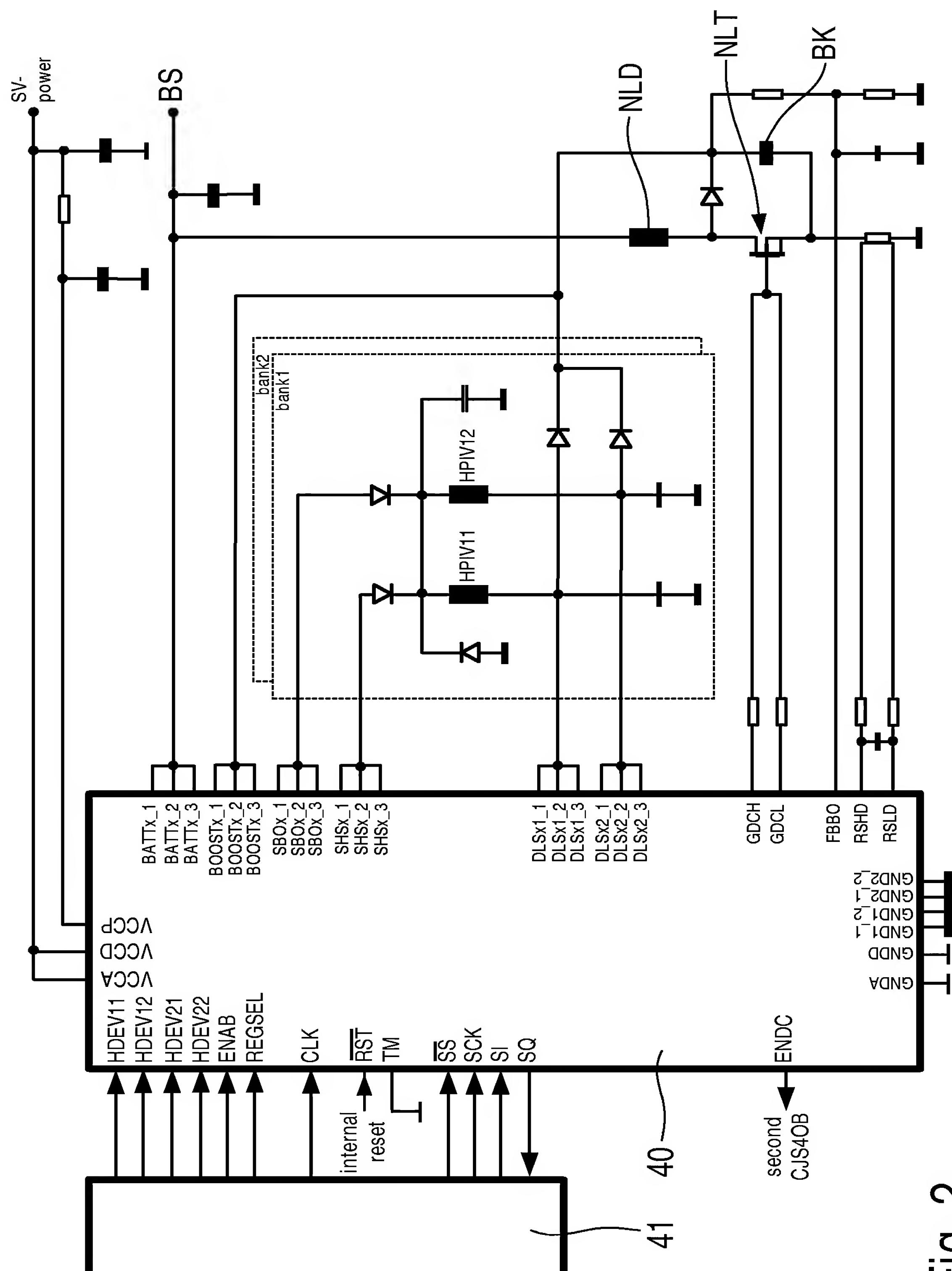


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2005/056033

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F02D41/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F02D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| X | DE 198 33 830 A1 (ROBERT BOSCH GMBH) 3 February 2000 (2000-02-03) the whole document ----- | 1-6, 9, 10 |
| A | DE 100 14 228 A1 (ROBERT BOSCH GMBH) 27 September 2001 (2001-09-27) the whole document ----- | 1, 4, 9, 10 |
| X | EP 1 396 630 A (HITACHI, LTD) 10 March 2004 (2004-03-10) the whole document ----- | 1-3, 5, 6, 9, 10 |
| X | EP 1 072 779 A (HITACHI, LTD; HITACHI CAR ENGINEERING CO., LTD) 31 January 2001 (2001-01-31) paragraphs '0047! - '0050!, '0089!, '0091!; figures ----- -/- | 1-6, 9, 10 |

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

| | |
|---|--|
| Date of the actual completion of the international search 10 February 2006 | Date of mailing of the international search report 21/02/2006 |
|---|--|

Name and mailing address of the ISA/
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Aign, T

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2005/056033

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| X | EP 1 286 034 A (ROBERT BOSCH GMBH) 26 February 2003 (2003-02-26) the whole document ----- | 1,4,5,9, 10 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members
International application No
PCT/EP2005/056033

| Patent document cited in search report | | Publication date | | Patent family member(s) | | Publication date |
|--|----|------------------|--|---|--|--|
| DE 19833830 | A1 | 03-02-2000 | EP JP US | 0985814 A2 2000054932 A 6250286 B1 | | 15-03-2000 22-02-2000 26-06-2001 |
| DE 10014228 | A1 | 27-09-2001 | BR WO DE EP ES JP US | 0105317 A 0171174 A1 50107260 D1 1185773 A1 2245352 T3 2003528251 T 2003010325 A1 | | 19-02-2002 27-09-2001 06-10-2005 13-03-2002 01-01-2006 24-09-2003 16-01-2003 |
| EP 1396630 | A | 10-03-2004 | JP US | 2004092573 A 2004040545 A1 | | 25-03-2004 04-03-2004 |
| EP 1072779 | A | 31-01-2001 | JP US | 2001041085 A 6571773 B1 | | 13-02-2001 03-06-2003 |
| EP 1286034 | A | 26-02-2003 | DE JP | 10140093 A1 2003113733 A | | 27-02-2003 18-04-2003 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/056033

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
F02D41/20

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
F02D

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|---|---------------------|
| X | DE 198 33 830 A1 (ROBERT BOSCH GMBH) 3. Februar 2000 (2000-02-03) das ganze Dokument | 1-6, 9, 10 |
| A | DE 100 14 228 A1 (ROBERT BOSCH GMBH) 27. September 2001 (2001-09-27) das ganze Dokument | 1, 4, 9, 10 |
| X | EP 1 396 630 A (HITACHI, LTD) 10. März 2004 (2004-03-10) das ganze Dokument | 1-3, 5, 6, 9, 10 |
| X | EP 1 072 779 A (HITACHI, LTD; HITACHI CAR ENGINEERING CO., LTD) 31. Januar 2001 (2001-01-31) Absätze '0047! - '0050!, '0089!, '0091!; Abbildungen | 1-6, 9, 10 |
| | | -/- |



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldeatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldeatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldeatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

& Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

10. Februar 2006

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

21/02/2006

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Aign, T

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/056033

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|--------------------|
| X | EP 1 286 034 A (ROBERT BOSCH GMBH) 26. Februar 2003 (2003-02-26) das ganze Dokument ----- | 1, 4, 5, 9, 10 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/056033

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | | Datum der Veröffentlichung | | Mitglied(er) der Patentfamilie | | Datum der Veröffentlichung |
|--|----|-------------------------------|----|-----------------------------------|--|-------------------------------|
| DE 19833830 | A1 | 03-02-2000 | EP | 0985814 A2 | | 15-03-2000 |
| | | | JP | 2000054932 A | | 22-02-2000 |
| | | | US | 6250286 B1 | | 26-06-2001 |
| DE 10014228 | A1 | 27-09-2001 | BR | 0105317 A | | 19-02-2002 |
| | | | WO | 0171174 A1 | | 27-09-2001 |
| | | | DE | 50107260 D1 | | 06-10-2005 |
| | | | EP | 1185773 A1 | | 13-03-2002 |
| | | | ES | 2245352 T3 | | 01-01-2006 |
| | | | JP | 2003528251 T | | 24-09-2003 |
| | | | US | 2003010325 A1 | | 16-01-2003 |
| EP 1396630 | A | 10-03-2004 | JP | 2004092573 A | | 25-03-2004 |
| | | | US | 2004040545 A1 | | 04-03-2004 |
| EP 1072779 | A | 31-01-2001 | JP | 2001041085 A | | 13-02-2001 |
| | | | US | 6571773 B1 | | 03-06-2003 |
| EP 1286034 | A | 26-02-2003 | DE | 10140093 A1 | | 27-02-2003 |
| | | | JP | 2003113733 A | | 18-04-2003 |